

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 1 0 月 1 9 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 2 9 6 6 4 3 号

出 願 人

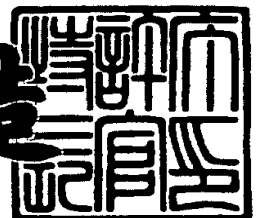
Applicant (s):

横浜ゴム株式会社

2 0 0 0 年 8 月 2 5 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 6 8 8 0 8

【書類名】 特許願  
【整理番号】 YG199046  
【提出日】 平成11年10月19日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 A63B 69/36 541  
【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県平塚市追分 2 番 1 号

横浜ゴム株式会社

平塚製造所内

【氏名】 宮本 昌彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県平塚市追分 2 番 1 号

横浜ゴム株式会社

平塚製造所内

【氏名】 三枝 宏

【特許出願人】

【識別番号】 000006714

【氏名又は名称】 横浜ゴム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080159

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡辺 望稔

【電話番号】 3864-4498

【選任した代理人】

【識別番号】 100090217

【弁理士】

【氏名又は名称】 三和 晴子

【電話番号】 3864-4498

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006910

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710081

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スウィング測定方法およびゴルフスウィング解析方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

打撃用具を、この打撃用具の備えるグリップ部を握ってスウィングする際のスウィングの挙動を測定するスウィング測定方法であって、

スウィングの際のグリップ部の移動範囲内に、強さと方向に関する分布が既知の磁場を形成し、

磁場内の磁気を検知する磁気センサであって、所定の基準位置に対する測定点の 3 次元位置および所定の基準方向に対する前記測定点の向きに応じて信号を出力する 3 次元磁気センサを前記用具のグリップ部に固定し、この用具を用いて前記磁場内でスウィングし、

このスウィング中のグリップ部の 3 次元位置座標またはグリップ部の向きのデータを前記 3 次元磁気センサから取得することを特徴とするスウィング測定方法

【請求項 2】

前記打撃用具は、ゴルフクラブであって、

ゴルフクラブのスウィング中のグリップ部の 3 次元位置座標およびグリップ部の向きのデータを取得する請求項 1 に記載のスウィング測定方法。

【請求項 3】

前記 3 次元磁気センサは、この磁気センサの中心位置周りに互いに直交する 3 軸方向で磁気を検知する磁気センサであり、前記 3 軸方向のうちの 1 つの方向をゴルフクラブのシャフトの軸方向に、他の 2 軸方向のうち 1 つの軸方向をゴルフクラブの打撃方向に向けてゴルフクラブのグリップ部に固定される請求項 2 に記載のスウィング測定方法。

【請求項 4】

前記 3 次元磁気センサは、グリップ部の端部に固定される請求項 2 または 3 に記載のスウィング測定方法。

【請求項 5】

ゴルフクラブによるスウィングの挙動を解析するゴルフスウィング解析方法であって、

ゴルフクラブのスウィング中の前記グリップ部の 3 次元位置座標の時系列データとグリップ部の向きの時系列データとをデータ取得手段によって取得し、

グリップ部の前記 3 次元位置座標の時系列データより、少なくともスウィングのトップの位置からインパクトの位置までのグリップ部の軌跡を平面で近似して前記グリップ部のスウィング面を算出し、

さらにこのスウィング面に投影される前記 3 次元位置座標の時系列データの軌跡を円形状で近似して前記グリップ部のスウィング軌道円を算出し、

このスウィング軌道円から、このスウィング軌道円上のグリップ部の位置を示すアーム角と、スウィング中の前記スウィング面内でのゴルフクラブの向きを示す角度から前記アーム角を減算して得られるリスト角の時系列データ、あるいはゴルフクラブのシャフト軸回りの回転角の時系列データのうち少なくとも 1 つの回転角の時系列データとを取得することでグリップ部の挙動を解析することを特徴とするゴルフスウィング解析方法。

#### 【請求項 6】

前記データ取得手段は、ゴルフクラブのスウィングの際のグリップ部の移動範囲内に、強さと方向に関する分布が既知の磁場を形成し、

磁場内の磁気を検知する磁気センサであって、所定の基準位置に対する測定点の 3 次元位置および所定の基準方向に対する前記測定点の向きに応じて信号を出力する 3 次元磁気センサをゴルフクラブのグリップ部に固定し、このゴルフクラブを前記磁場内でスウィングし、

このスウィング中のグリップ部の所定の基準位置に対する 3 次元位置座標の時系列データおよびグリップ部の所定の基準方向に対する向きの時系列データを取得する請求項 5 に記載のゴルフスウィング解析方法。

#### 【請求項 7】

前記データ取得手段は、高速度カメラおよび CCD カメラおよびストロボ撮影用カメラのうちの少なくとも 1 つのカメラであり、このカメラによって得られた画像から画像計測を行うことにより、スウィング中のグリップ部の 3 次元位置座

標の時系列データ、およびグリップ部の向きの時系列データとを取得する請求項 5 に記載のゴルフスウィング解析方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ゴルフクラブや野球のバット等のグリップ部を備える打撃用具を、このグリップ部を握ってスウィングする際のスウィングの挙動を測定するスウィング測定方法であって、スウィングの挙動を打撃用具の撓みの影響を受けることなく直接かつ容易に測定することができるスウィング測定方法、特にゴルファーのゴルフスウィングの挙動をゴルフシャフトにより撓みの影響を受けることなく直接かつ容易に測定し、得られたスウィング測定データから簡易かつ有効なモデルでゴルフスウィングの挙動を解析することができるゴルフのスウィング測定方法および解析方法の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、ボールの飛びの方向を正確にかつ飛距離を長くするために、種々のゴルフクラブが製造され、例えば、ゴルフクラブのシャフト長さやクラブ重量やシャフト硬さ等の静的な特性を考慮して製造されてきた。一方、ゴルフのスウィングフォームは、打たれたボールの飛びの方向を正確にかつ飛距離を長くするための重要な要素であることが知られており、種々のゴルフクラブの中から自分のゴルフスイングに適したゴルフクラブを見出すことが従来よりゴルファーにとって重要な関心事であった。そのため、自分のゴルフスイングに適したゴルフクラブを見出すために、自分のゴルフスイングの特徴を直接かつ客観的に知り、それに応じて種々のゴルフクラブの中から選択することが望まれてきた。

【0003】

特開平 1 0 - 2 4 4 0 2 3 号公報では、ゴルフクラブのシャフト上の打撃方向に面する位置とこの打撃方向に直角なアドレス方向に面する位置とに歪みゲージを取り付け、スウィング中の歪みゲージの出力からスウィング中のシャフトの変形状態を測定してゴルフスウィングの特徴を類型化し、これに応じて種々のゴル

フクラブの中から自分のスウィングに適したゴルフクラブを選択する方法およびそれに伴う装置等を提案している。

【0004】

一方、特開平 6 - 2 1 0 0 2 7 号公報では、ビデオカメラでスウィング中の肩、肘や手首等の位置や回転角のいずれか 1 つ以上のデータを得、これに基づいてゴルファーのモデルをはり要素やトラス要素や有限要素法等による立体要素で得、さらに設計対象の変更可能なゴルフクラブを有限要素法等による立体要素で得て、スウィングによるシミュレーションを行い、ゴルフクラブの設計を可能とするゴルフクラブの設計方法を提案し、これを用いることで自分のスウィングに適したゴルフクラブの選択も可能である。

さらに、実用新案登録第 3 0 5 0 4 4 8 号公報では、複数台のビデオカメラを用いてスウィングフォームを 3 次元的に撮影し、スウィングフォームの良否を判断可能とする装置を提案し、自分のゴルフスイングの特徴をある程度知ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、ゴルフクラブのシャフト上に歪みゲージを取り付け、スウィング中のシャフトの変形状態を測定する方法は、実際のスウィングを直接測定しておらず、シャフトの変形状態を知ることによって、従来より類型化されていたスウィングフォームとシャフトの変形状態とを対応付けて、シャフトの変形状態からスウィングフォームを推測しているに過ぎない。また、得られた時系列データもシャフトの歪みで表されているに過ぎないため、スウィングしたゴルファーが視覚的に理解することはできない。

【0006】

また、複数台のビデオカメラを用いてスウィングフォームを 3 次元的に撮影してスウィングフォームの良否を判断する方法は、スウィングフォームを視覚的に直接見ることができるので、スウィングフォームの良否や特徴を容易に理解できるものの、スウィング中死角が生じないように複数台のビデオカメラをセットするのは容易ではない。また、複数台のビデオカメラの同期を取る必要があるため

セッティングが容易ではなく、また、死角が生じないように適切にビデオカメラをセットしたとしても、スウィング中のゴルフクラブのヘッド、グリップ部や肘や腕の動きを時系列的に取得したデータは、解像度が制約され解像度の精度が低い。特に、グリップ部の手首の返し等による回転角のデータはその測定が困難であり、その精度もさらに低くなるといった問題があった。また、複数台のビデオカメラを用いて画像を得るため、データ量が膨大になり、データ処理も煩雑化するという問題があった。

また、ゴルフクラブの挙動を規定するために、ゴルファーを、はり要素やトラス要素や有限要素法等による立体要素のモデルで置き換えてシミュレーションを行う方法は、モデルの物性データや形状データ等を入力しなければならず、シミュレーションを行う前に煩雑な作業を必要とする。また、はり要素やトラス要素や有限要素法等による立体要素のモデルでは、スウィングを特徴付けることは困難である。

#### 【0007】

このようにスウィングフォームを測定する際の上記問題点は、ゴルフクラブをスウィングするゴルフスウィングに限られず、野球のバットのスウィング、テニスやバドミントンのラケットのスウィング等、打撃用具を用いてスウィングする種々の領域で共通する問題点でもある。

#### 【0008】

そこで、本発明は、上記問題点を解決すべく、野球のバットやテニスやバドミントンのラケットのようにグリップ部を備える打撃用具を、このグリップ部を握ってスウィングする際に、打撃用具の撓みの影響を受けることなくスウィングの挙動を直接測定して時系列の測定データを容易に得るスウィング測定法、特に、ゴルフシャフトにより撓みの影響を受けることなくゴルファーのゴルフスウィングの挙動を直接測定して時系列の測定データを容易に得るスウィング測定方法を提供し、さらにはり要素やトラス要素や有限要素法等による立体要素のモデルで置き換えることなく、ゴルフのスウィングを規定するゴルフクラブのグリップ部の挙動を簡易かつ有効なモデルで得ることのできるゴルフスウィング解析方法を提供することを目的とする。



【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明第1の態様は、打撃用具を、この打撃用具の備えるグリップ部を握ってスウィングする際のスウィングの挙動を測定するスウィング測定方法であって、

スウィングの際のグリップ部の移動範囲内に、強さと方向に関する分布が既知の磁場を形成し、

磁場内の磁気を検知する磁気センサであって、所定の基準位置に対する測定点の3次元位置および所定の基準方向に対する前記測定点の向きに応じて信号を出力する3次元磁気センサを前記用具のグリップ部に固定し、この用具を用いて前記磁場内でスウィングし、

このスウィング中のグリップ部の3次元位置座標またはグリップ部の向きのデータを前記3次元磁気センサから取得することを特徴とするスウィング測定方法を提供するものである。

【0010】

特に、前記打撃用具は、ゴルフクラブであって、ゴルフクラブのスウィング中のグリップ部の3次元位置座標およびグリップ部の向きのデータを取得するゴルフのスウィング測定方法であるのが好ましい。

その際、前記3次元磁気センサは、この磁気センサの中心位置周りに互いに直交する3軸方向で磁気を検知する磁気センサであり、前記3軸方向のうちの1つの方向をゴルフクラブのシャフトの軸方向に、他の2軸方向のうち1つの軸方向をゴルフクラブの打撃方向に向けてゴルフクラブのグリップ部に固定されるのが好ましく、また、前記3次元磁気センサは、グリップ部の端部に固定されるのが好ましい。

【0011】

また、本発明の第2の態様は、ゴルフクラブによるスウィングの挙動を解析するゴルフスウィング解析方法であって、

ゴルフクラブのスウィング中の前記グリップ部の3次元位置座標の時系列データとグリップ部の向きの時系列データとをデータ取得手段によって取得し、

グリップ部の前記 3 次元位置座標の時系列データより、少なくともスウィングのトップの位置からインパクトの位置までのグリップ部の軌跡を平面で近似して前記グリップ部のスウィング面を算出し、

さらにこのスウィング面に投影される前記 3 次元位置座標の時系列データの軌跡を円形状で近似して前記グリップ部のスウィング軌道円を算出し、

このスウィング軌道円から、このスウィング軌道円上のグリップ部の位置を示すアーム角と、スウィング中の前記スウィング面内でのゴルフクラブの向きを示す角度から前記アーム角を減算して得られるリスト角の時系列データ、あるいはゴルフクラブのシャフト軸回りの回転角の時系列データのうち少なくとも 1 つの回転角の時系列データとを取得することでグリップ部の挙動を解析することを特徴とするゴルフスウィング解析方法を提供するものである。

#### 【0012】

その際、前記データ取得手段は、ゴルフクラブのスウィングの際のグリップ部の移動範囲内に、強さと方向に関する分布が既知の磁場を形成し、

磁場内の磁気を検知する磁気センサであって、所定の基準位置に対する測定点の 3 次元位置および所定の基準方向に対する前記測定点の向きに応じて信号を出力する 3 次元磁気センサをゴルフクラブのグリップ部に固定し、このゴルフクラブを前記磁場内でスウィングし、

このスウィング中のグリップ部の所定の基準位置に対する 3 次元位置座標の時系列データおよびグリップ部の所定の基準方向に対する向きの時系列データを取得するのが好ましい。

また、前記データ取得手段は、高速度カメラおよび CCD カメラおよびストロボ撮影用カメラのうちの少なくとも 1 つのカメラであり、このカメラによって得られた画像から画像計測を行うことにより、スウィング中のグリップ部の 3 次元位置座標の時系列データ、およびグリップ部の向きの時系列データとを取得するのが好ましい。

#### 【0013】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明のスウィング測定方法およびゴルフスウィング解析方法について

、添付の図面に示される好適実施例を基に詳細に説明する。

本発明のスウィング測定方法は、野球のバットのスウィング、テニスやバトミントンのラケットのスウィング等のように打撃用具を用いてスウィングする際のスウィングの挙動を測定する場合に適用されるものであるが、以下の説明では、ゴルフクラブをスウィングする場合を一例に挙げて説明する。

#### 【0014】

図1は、本発明のスウィング測定方法をゴルフスウィングに適用した一例を示す概略説明図である。図1に示す例は、3次元位置方向計測システム（以下、計測システムという）10を用いてゴルフスウィング中のグリップ部の挙動の時系列データを取得する方法であり、ゴルフクラブ12のシャフト13の端に位置するグリップ部14の端部に以下で述べる計測システム10の磁気センサであるレシーバ16を取り付ける。

計測システム10は、ゴルフスウィングする人の背後に配置固定したトランスミッタ18から3種類の所定の磁場を次々に発生させ、一方、移動および回転するグリップ部14に固定したレシーバ16が、トランスミッタ18によって作られる3種類の磁場内の位置および向きに対応して磁気を検知して合計9つの出力電圧を出力し、この出力電圧からコントローラ・データ処理部20で、データ処理してレシーバ14の位置と向きのデータを得ることができるシステムである。

#### 【0015】

このような計測システム10は、図2に示されるように、所定の磁場を形成するトランスミッタ18と、この磁場の強さや方向に応じて3軸方向の出力電圧を発生するレシーバ16と、トランスミッタ18に所定の3種類の磁場を順次発生する駆動信号を生成する駆動回路20a、レシーバ16からの出力信号を検出する検出回路20bおよび駆動回路20aを制御し、得られた出力電圧よりデータ処理を行って、所定の位置、例えばトランスミッタ18の位置を基準位置とし、お互いに直交する3軸X、Y、Zを基準とする3次元位置座標（x，y，z）と所定の基準方向、例えばトランスミッタ18を中心とするY軸方向に対するレシーバ16の向きを表す姿勢角度、すなわちヨー角、ピッチ角およびロール角（以降では、 $(\theta_y, \theta_p, \theta_r)$ と表す）の時系列データを演算して出力するコン

ピュータ 2 0 c とを備えるコントローラ・データ処理装置 2 0 とを有して構成される。

#### 【0 0 1 6】

トランスミッタ 1 8 およびレシーバ 1 6 は、図 2 に示されるように、お互いに直交する 3 軸方向に各々ループ状に巻かれた 3 つのコイルによって構成され、トランスミッタ 1 8 は、ゴルフスウィングする人の後方に固定配置され、レシーバ 1 6 は、ゴルフクラブ 1 2 のグリップ部 1 4 の端部に固定される。

コントローラ・データ処理装置 2 0 は、駆動回路 2 0 a と検出回路 2 0 b と駆動回路 2 0 a および検出回路 2 0 b の制御を行い、検出回路 2 0 b から送られる出力電圧  $V$  よりレシーバ 1 6 の 3 次元位置と向きを求めるデータ処理用ソフトウェアを備えたコンピュータ 2 0 c によって構成される。

トランスミッタ 1 8 は、コントローラ・データ処理装置 2 0 内の駆動回路 2 0 a に、レシーバ 1 6 は、コントローラ・データ処理装置 2 0 内の検出回路 2 0 b に各々接続される。

#### 【0 0 1 7】

計測システム 1 0 は、以上のように構成される。なお、グリップ部 1 6 に固定したレシーバ 1 6 の基準位置に対する 3 次元位置座標 ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) と基準方向に対する姿勢角度 ( $\theta_y$ ,  $\theta_p$ ,  $\theta_r$ ) の時系列データは以下のようにして得られる。

図 2 に示すように、駆動回路 2 0 a は、コンピュータ 2 0 c の指令信号にしたがって、周波数と位相が常時一定の同一信号を出力し、トランスミッタ 1 8 の 3 軸方向に巻かれた 3 つのループ状コイルを順次励磁する。各ループ状コイルは、励磁のたびに各々異なる磁場を発生し、それに基づいてレシーバ 1 6 の 3 軸方向に巻かれた 3 つのループ状コイルに各々独立な出力電圧  $V$  を発生させる。この出力電圧  $V$  は、トランスミッタ 1 8 の 3 つのループ状コイルによって励磁される 3 つの磁場に応じて、レシーバ 1 6 の 3 つのループ状コイルに発生する 3 つの出力電圧  $V$  が得られるため、合計 9 個 ( $3 \times 3$  個) の出力電圧  $V$  が得られる。

#### 【0 0 1 8】

一方、磁場を形成させるトランスミッタ 1 8 が所定の位置に固定設置されてい

るので、発生する磁場の強さと方向に関する分布はトランスミッタ 1 8 の設置された基準位置および、基準方向に対して既知となり、この形成された磁場によって生じる 9 つの出力電圧  $V$  を用いることによって、上記基準位置に対するレシーバ 1 6 の 3 次元位置座標  $(x, y, z)$  と上記基準方向に対する姿勢角度  $(\theta_y, \theta_p, \theta_r)$  の 6 つの未知数を求めることができる。

コントローラ・データ処理装置 2 0 のコンピュータ 2 0 c において、検出回路 2 0 b から送られてきた 9 つの出力電圧  $V$  を用いて、3 次元位置座標  $(x, y, z)$  と姿勢角度  $(\theta_y, \theta_p, \theta_r)$  のデータを演算して求める。

#### 【0019】

計測システム 1 0 で得られた 3 次元位置座標  $(x, y, z)$  と姿勢角度  $(\theta_y, \theta_p, \theta_r)$  は、パーソナルコンピュータ 2 2 に取り込まれ、AD 変換され、グリップ部 1 4 のスウィング中の挙動の時系列データを得ることができる。

#### 【0020】

なお、本実施例では、レシーバ 1 6 は、図 2 に示されるように、お互いに直交する 3 軸方向に向いてコイルがループ状に巻かれているので、この 3 軸方向の向きの一つをシャフト 1 3 の軸方向に合わせ、さらに、残りの 2 軸方向のうちの 1 つをゴルフクラブの打撃方向に合わせるように、レシーバ 1 6 の方向を定めてゴルフクラブ 1 2 のグリップ部 1 4 の端部に固定している。これにより、後述するように、ゴルフクラブのシャフト軸回りの回転角の時系列データ、および後述するリスト角、すなわち、スウィング中のグリップ部 1 4 のスウィング面内でのゴルフクラブ 1 2 の向きを示す角度から前記アーム角を減算して得られる角度の時系列データを容易に得ることができる。本発明のゴルフスウィング測定方法では、レシーバ 1 6 を固定する際の向きについて特に制限されず、どのような向きにレシーバ 1 6 を固定してもよいが、上記方法でレシーバ 1 6 の向きを合わせて固定することが好ましい。

#### 【0021】

このような計測システム 1 0 として、例えば、FasttrakII (Polhemus 社製) を挙げるができる。従来、CCD ビデオカメラで撮影し画像解析から計測を行う場合、撮影画像のサンプリング周期は  $1/60$  秒であり、解像度は位置座標

に関して 1 ～ 2 mm であるが、この FasttrakII の時系列データは、例えば 1 / 1 2 0 秒のサンプリング周期であり、位置座標は 0. 8 mm の解像度で、回転角は 0. 1 5 度の解像度である。そのため、サンプリング周期が従来の方法に比べて短く、また解像度も高いことから、スウィング中のグリップ部 1 4 の挙動についてより細かな情報を得ることができる。

また、CCD ビデオカメラでは、撮影された画像の画像計測によってゴルフクラブのシャフト軸周りの回転角やリスト角を計測することはもともと困難であり、たとえ、ゴルフクラブに特別の治具を設けて計測することができたとしても、本発明の磁場による測定方法と同程度、例えば、FasttrakII のような 0. 1 5 度の解像度でシャフト軸周りの回転角やリスト角のデータを得ることはできない。

#### 【 0 0 2 2 】

さらに、FasttrakII では、せいぜい 2 秒程度のスウィングのデータを、例えば 1 / 1 2 0 秒のサンプリング周期で 3 次元位置座標 (  $x$ ,  $y$ ,  $z$  ) と姿勢角度 (  $\theta_y$ ,  $\theta_p$ ,  $\theta_r$  ) の合計 6 データを得るだけであり、CCD ビデオカメラで撮影し画像解析により計測を行う場合に比べて、取り扱うデータ量が極端に少なく、処理時間も圧倒的に速い。

また、従来のように、シャフト 1 3 に歪みゲージ等を貼り付けてシャフト 1 3 の歪みを測定する方法では、シャフト 1 3 の歪みを計測することから、シャフト 1 3 による撓みの影響を受けることなくゴルファーのゴルフスウィングの挙動を直接測定することはできないが、本発明のスウィング測定方法では、シャフト 1 3 による撓みの影響を受けることなくゴルファーのゴルフスウィングの挙動を容易かつ迅速に、測定することができる。

#### 【 0 0 2 3 】

本実施例において、レシーバ 1 6 は、グリップ部 1 4 のシャフト 1 3 の端部に設けられるが、これに限定される訳でなく、シャフト 1 3 の撓みの少ない範囲であれば、グリップ部のどの範囲に設けてもよい。

また、上述したように、本発明はゴルフスウィングに限られず、打撃用具を用いてスウィングする種々の領域において、打撃用具の撓みの影響を受けることなく、スウィングフォーム自体を直接測定することができる。

## 【0024】

このようにしてスウィング中のグリップ部 1 4 の 3 次元位置座標 ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) と姿勢角度 ( $\theta_y$ ,  $\theta_p$ ,  $\theta_r$ ) の時系列データを得、これを用いて、以降で説明するゴルフスウィングの解析を行う。

## 【0025】

図 3 は、本発明のゴルフスウィングの解析方法の一例を示すを示すフローチャートである。グリップ部 1 4 の 3 次元位置座標 ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) と姿勢角度 ( $\theta_y$ ,  $\theta_p$ ,  $\theta_r$ ) の時系列データを得る工程 (ステップ 1 0 0) から、これを用いて最終的にゴルフスウィングのフォームの特徴を抽出する工程 (ステップ 1 1 0) までの一連の工程は、図 1 に示されるパーソナルコンピュータ 2 2 内においてソフトウェアによって処理される。

## 【0026】

まず、上述した本発明のゴルフスウィング測定方法によって 3 次元位置座標 ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) と姿勢角度 ( $\theta_y$ ,  $\theta_p$ ,  $\theta_r$ ) の時系列データを得 (ステップ 1 0 0)、3 次元位置座標 ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) から、少なくともスウィング中のトップの位置からボールのインパクトの位置までの挙動を含むグリップ部 1 4 の挙動を一平面に近似し、スウィング面 A を算出する (ステップ 1 0 2)。スウィング面 A は、図 4 に示すように、ゴルファーを後方から打撃方向に向かってみた場合、左方向に斜上する平面によって近似される。このような近似は、グリップ部 1 4 のトップの位置からインパクトの位置までの 3 次元位置座標 ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) の時系列データを平面の式  $Ax + By + Cz = D$  ( $A$ ,  $B$ ,  $C$  および  $D$  は定数) に最小 2 乗法によって回帰させることによって行われる。一般的に、上達したゴルファー程、スウィングの際のトップの位置からインパクトの位置までのグリップ部 1 4 の軌跡は、一定の平面上、すなわちスウィング面 A を形成するが、初級者や中級者の場合でも、ほぼ一定の平面、すなわちほぼ一定のスウィング面 A で近似できる。勿論、このスウィング面 A は、ゴルファーによって異なるものである。

この方法で 3 0 人のゴルファーのスウィング面 A を求めると、平均でスウィング面 A への回帰の相関係数は 0. 9 7 であり、最も低い場合でも 0. 9 4 の相関係数を示し、十分にスウィング面 A に近似できることがわかる。

## 【0027】

図5には、このようにして算出されたスウィング面A上に、3次元位置座標（ $x$ ， $y$ ， $z$ ）を投影し、さらに、姿勢角度（ $\theta_y$ ， $\theta_p$ ， $\theta_r$ ）の時系列データから算出されるゴルフクラブのシャフト13の向きの情報を加えて、トップの位置Tからインパクトの位置Pまでのグリップ部14の挙動が図示されている。

図示されるように、グリップ部14の挙動は、半径 $R_c$ の一定の円B上に回帰することがわかる。それとともに、ゴルフクラブのシャフト13の向きもグリップ部14の移動と共に変化することがわかる。

## 【0028】

そこで、このグリップ部14の移動を円で近似して、スウィング軌道円Bを算出する（ステップ104）。スウィング軌道円Bの算出は、ステップ100で得られたトップの位置Tからインパクトの位置Pまでの3次元位置座標（ $x$ ， $y$ ， $z$ ）のスウィング面A上に投影した2次元座標を（ $x_n$ ， $y_n$ ）（ $n=1\sim N$ 、ただしNは、トップの位置Tからインパクトの位置Pまでの時系列データ数）とし、近似する円の直径を $R_c$  および近似する円の中心位置を $x_c$  および $y_c$  とすると、適宜 $R_c$ ， $x_c$  および $y_c$  を入力して、下記式（1）のばらつき度合いSの値が30mm以下となる $R_c$ ， $x_c$  および $y_c$  を求める。

【数1】

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (\sqrt{(x_n - x_c)^2 + (y_n - y_c)^2} - R_c)^2}{N - 1}} \quad (1)$$

## 【0029】

つまり、近似する円の中心位置から2次元座標（ $x_n$ ， $y_n$ ）で定まる位置までの距離と近似する円の半径Rとの差のばらつき度合いS（標準偏差）を判断基準とし、このばらつき度合いSの値が30mm以内の場合、グリップ部14のスウィング軌道円Bが算出されたと判断する。

また、このスウィング軌道円Bの半径 $R_c$ と中心位置 $x_c$  および $y_c$ の算出は、逐次近似法、例えばニュートン法等の公知の方法によって、逐次、式（1）の



値を求めながら、最適な  $R_c$ 、 $x_c$  および  $y_c$  を見出してもよい。

なお、上記方法で 30 人のゴルファーのスウィング軌道円 B を求めると、 $R_c$  は平均で約 45 cm、ばらつき度合い S の平均は約 2 cm であり、また相関係数は平均で 0.92 であり、グリップ部 14 の挙動をスウィング軌道円 B で近似可能であることがわかる。

#### 【0030】

このようにして求められたスウィング軌道円 B において、リスト角の抽出（ステップ 106）やシャフト 13 の回転角の抽出（ステップ 108）を行う。

図 6（a）は、スウィング軌道円 B からリスト角  $\theta_2$  を定める方法を示している。なお、D 方向は打撃方向であり、点  $P_1$  は、ボールに打撃を与えるインパクトの位置であり、それゆえ、図中では、ゴルフクラブ 12 がトップ位置から振り下ろされているある時間での挙動を示している。図 6（a）に示されるように、リスト角は、スウィング軌道円 B の中心位置からグリップ部 14 の位置に直線を引いた方向をそのグリップ部 14 の位置でのリスト角を 0 と定め、この方向を基準として、打撃方向にゴルフクラブ 12 が進む方向を正とし、遅れる方向を負とする。すなわち、リスト角  $\theta_2$  は、ゴルフクラブ 12 の向き、すなわち、図中に示される D 方向に対する角度  $\theta_4$  からアーム角  $\theta_1$  を差し引いた角度で定義され、これにしたがって抽出される。図中では、ゴルフクラブ 12 は、負のリスト角を示している。このように、リスト角  $\theta_2$  をスウィング軌道円 B から抽出する（ステップ 106）。

#### 【0031】

一方、シャフト 13 の回転角は、図 6（b）で示すように、グリップ部 14 の端部から見て時計回りを正方向とする。このようなシャフト 13 の軸回りの回転角（以降、シャフト回転角という） $\theta_3$  は、傾斜するスウィング面 A 上に位置するシャフト 13 回りの角度であるので、シャフト回転角  $\theta_3$  の値は、姿勢角度（ $\theta_y$ 、 $\theta_p$ 、 $\theta_r$ ）の時系列データから、スウィング面 A の傾斜に応じて計算され抽出される（ステップ 108）。レシーバ 16 の 3 軸のうち 1 軸をシャフト 13 の軸方向に合わせる場合、姿勢角度（ $\theta_y$ 、 $\theta_p$ 、 $\theta_r$ ）の 1 つ、例えば  $\theta_r$  がシャフト回転角  $\theta_3$  となり、計算の必要がなくなる。

なお、図 6 (a) で示されるように、打撃方向 D を角度 0 として、図中反時計回りを正側としてその角度をアーム角  $\theta_1$  として定めている。それゆえ、トップの位置はアーム角  $\theta_1$  は 90 ~ 135 度付近となり、そこから振り下ろして、アーム角  $\theta_1$  が 270 度を僅かに超えた付近でインパクトの位置 (点  $P_1$  の位置) を迎える。

## 【0032】

なお、上記実施例は、アーム角  $\theta_1$  とリスト角  $\theta_2$  とシャフト回転角  $\theta_3$  を、磁場を利用した計測システム 10 で得られた 3 次元位置座標および互いに直交する 3 軸回りの回転角の時系列データに基づいて求めるものであるが、本発明のゴルフスウィングの解析方法では、計測システム 10 を用いて求められるものに限られず、高速度カメラや CCD カメラやストロボ撮影用カメラ等で撮影された画像から画像計測を行うことにより、3 次元位置座標および互いに直交する 3 軸回りの回転角のデータから、アーム角  $\theta_1$  とリスト角  $\theta_2$  とシャフト回転角  $\theta_3$  を求めてもよい。

## 【0033】

このようにして求められたアーム角  $\theta_1$  とリスト角  $\theta_2$  の関係、またはアーム角  $\theta_1$  とシャフト回転角  $\theta_3$  の関係をまとめ、スウィングフォームの特徴を抽出する (ステップ 110)。

例えば、図 7 (a) は、アーム角  $\theta_1$  に対するリスト角  $\theta_2$  の関係を示す。図中において、2 人のゴルファー  $G_1$  および  $G_2$  のトップの位置 T からゴルフクラブ 12 を振り下ろしてインパクトの位置 P までのリスト角  $\theta_2$  の変化を示している。

ゴルファー  $G_1$  は、トップの位置 T からアーム角  $\theta_1$  が 240 度の位置までリスト角  $\theta_2$  は約 -110 度であり、そこからインパクトの位置 P に到るまでの狭い範囲でリスト角  $\theta_2$  を急激に変化させていることがわかる。ゴルファー  $G_1$  は、ゴルファー  $G_2$  に比べ、いわゆるコックの強いスウィングをする特徴を持っていることがわかる。

## 【0034】

また、他の例として、図 7 (b) は、アーム角  $\theta_1$  に対するシャフト回転角  $\theta$

$\theta_3$  の関係を示し、2人のゴルファー $G_3$  および $G_4$  がトップの位置Tからゴルフクラブ12を振り下ろした際のインパクトの位置Pまでのシャフト回転角 $\theta_3$  の変化を示している。

ゴルファー $G_4$  は、トップの位置からアーム角 $\theta_1$  が270度の位置までシャフト回転角 $\theta_3$  が約60度と一定であり、そこからインパクトの位置Pに到るまでの狭い範囲でシャフト回転角 $\theta_3$  を急激に変化させている。ゴルファー $G_4$  は、ゴルファー $G_3$  に比べ、いわゆるロールの弱いスウィングをする特徴を持っていることがわかる。

#### 【0035】

このように、スウィング面A上の半径 $R_c$  のスウィング軌道円Bにおけるアーム角 $\theta_1$ 、リスト角 $\theta_2$  およびシャフト回転角 $\theta_3$  をパラメータとする単純な2次元3軸モデルを用いてゴルファーのスウィングの特徴を簡易かつ明確に分類分けすることができる。

以上説明した、本発明のスウィングの測定方法およびゴルフスウィング解析方法は、計測システム10およびパーソナルコンピュータ22のソフトウェア処理によって迅速かつ容易に行えるので、ゴルファーがスウィングの特徴を知りそれに応じて自分のスウィングの特徴に応じたゴルフクラブを迅速かつ容易に選択することができる。

たとえば、コックの強いスウィングをするゴルファーは、シャフトの曲げ剛性が高いゴルフクラブを選択し、また、ロールの強いゴルファーは、シャフトのねじり剛性が高いゴルフクラブを選択することができる。

また、得られたスウィング軌道円Bの半径 $R_c$ 、アーム角 $\theta_1$ 、リスト角 $\theta_2$  およびシャフト回転角 $\theta_3$  を、自動的にゴルフスウィングをしてゴルフクラブでボールを撃つ試打用ロボットの入力信号として与えることで、また、有限要素法等によりモデル化したゴルフクラブのモデルの入力データとして、上記スウィング軌道円Bの半径 $R_c$ 、アーム角 $\theta_1$ 、リスト角 $\theta_2$  およびシャフト回転角 $\theta_3$  等を用いて、効果的にゴルフスウィングの特徴に応じたゴルフクラブの開発、たとえばシャフトの剛性分布やゴルフクラブのヘッドの質量等のゴルフクラブの静的な特性や物性、また、シャフト形状の設計を行うことができる。

【0036】

以上、本発明のスウィング測定方法およびゴルフスウィング解析方法について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良および変更を行ってもよいのはもちろんである。

【0037】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明のスウィング測定方法によれば、強度や方向の分布が既知の磁場内で、この磁場に感知する磁気センサを用いて打撃用具の撓みの影響を受けることのないグリップ部の挙動を測定することにより、特に、ゴルフシャフト等により撓みの影響を受けないゴルフスウィングの挙動の時系列データを簡易かつ容易に得ることができる。

また、本発明のゴルフスウィング解析方法によれば、スウィング中のグリップ部の挙動を平面であるスウィング面内に近似し、さらにグリップ部のスウィングの軌跡を円で近似することで、ゴルフスウィングを規定するゴルフクラブのグリップ部の挙動を簡易かつ有効なモデルで得、すなわち、一定の円周上を動くグリップ部のアーム角、リスト角やシャフトの回転角を定めることができ、スウィングの特徴を容易にかつ明確に抽出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のスウィングの測定方法をゴルフスウィングに適用した一例を示す概略説明図である。

【図2】 本発明のスウィングの測定方法に用いられる計測システムの一例を示す説明図である。

【図3】 本発明のゴルフスウィングの解析方法の流れの一例を示すフローチャートである。

【図4】 本発明のゴルフスウィングの解析方法において用いられるスウィング面を説明する説明図である。

【図5】 本発明のゴルフスウィングの解析方法において用いられるスウィング軌道円を説明する説明図である。

【図6】 (a) は、本発明のゴルフスウィングの解析方法において用いられ

るアーム角およびリスト角を説明する説明図であり、（b）は、本発明のゴルフスウィングの解析方法において用いられるシャフトの回転角を説明する説明図である。

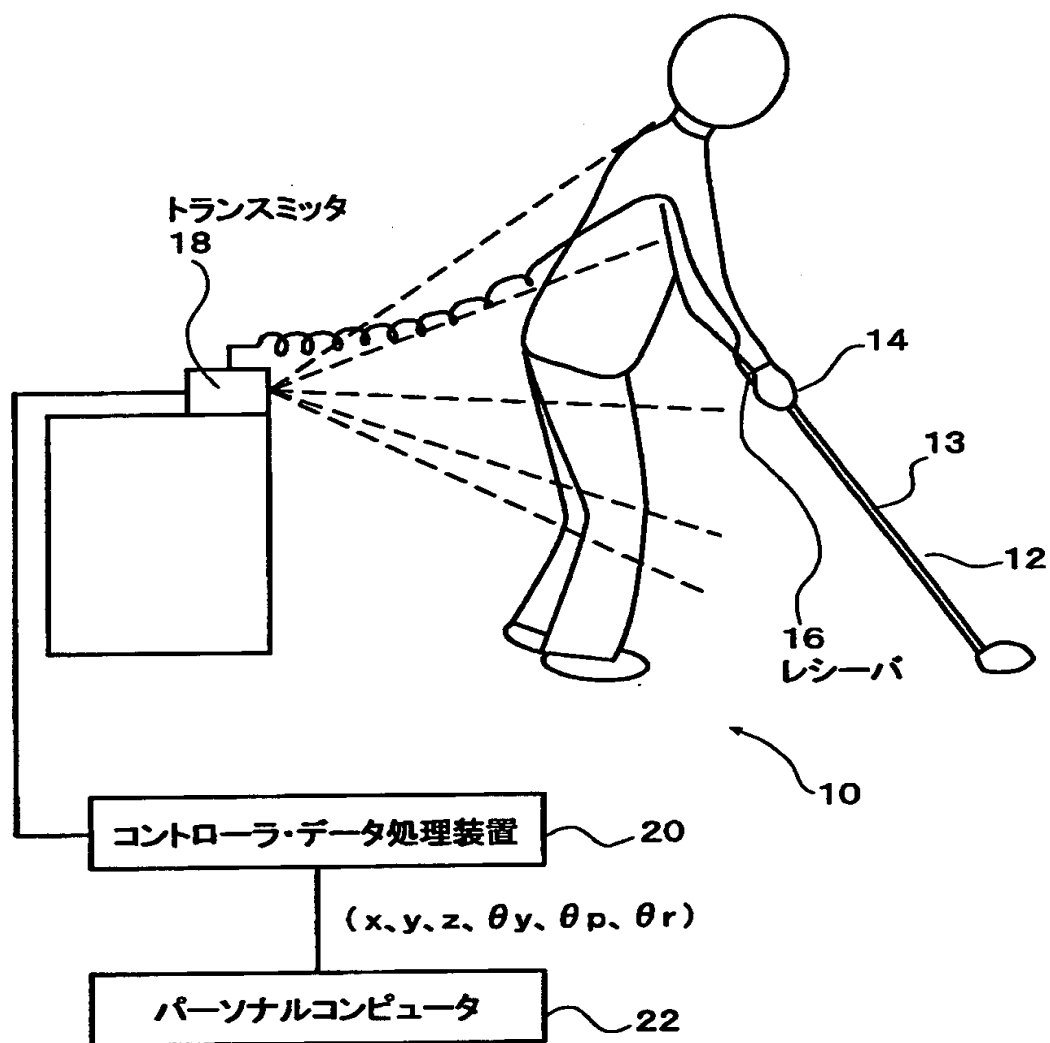
【図 7】 （a）および（b）は、本発明のゴルフスウィングの解析方法によって抽出されたスウィングフォームの特徴の一例について説明する説明図である。

【符号の説明】

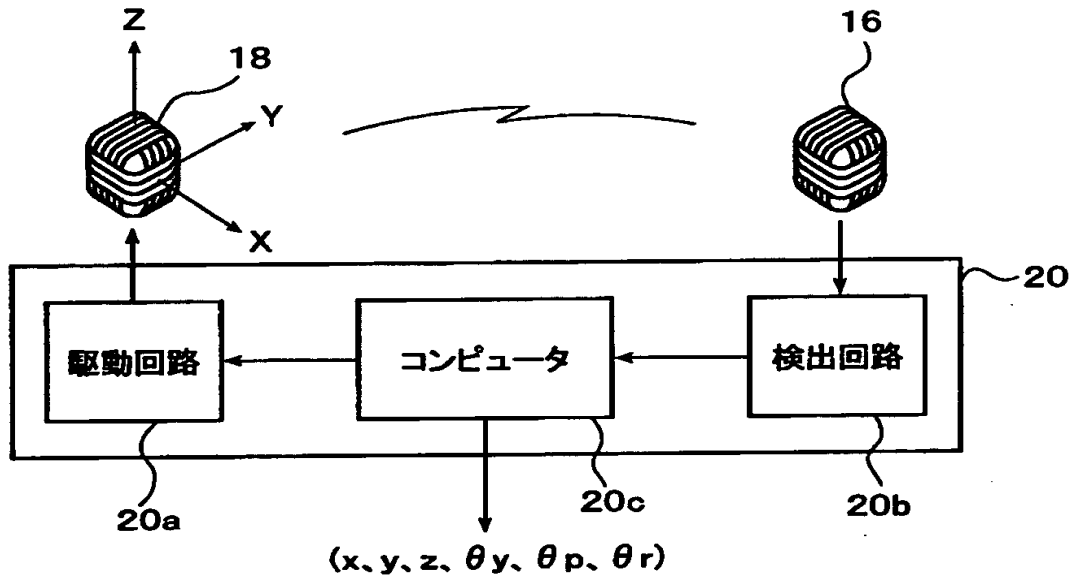
- 1 0 計測システム
- 1 2 ゴルフクラブ
- 1 3 シャフト
- 1 4 グリップ部
- 1 6 レシーバ
- 1 8 トランスミッタ
- 2 0 コントローラ・データ処理装置
- 2 2 パーソナルコンピュータ

【書類名】 図面

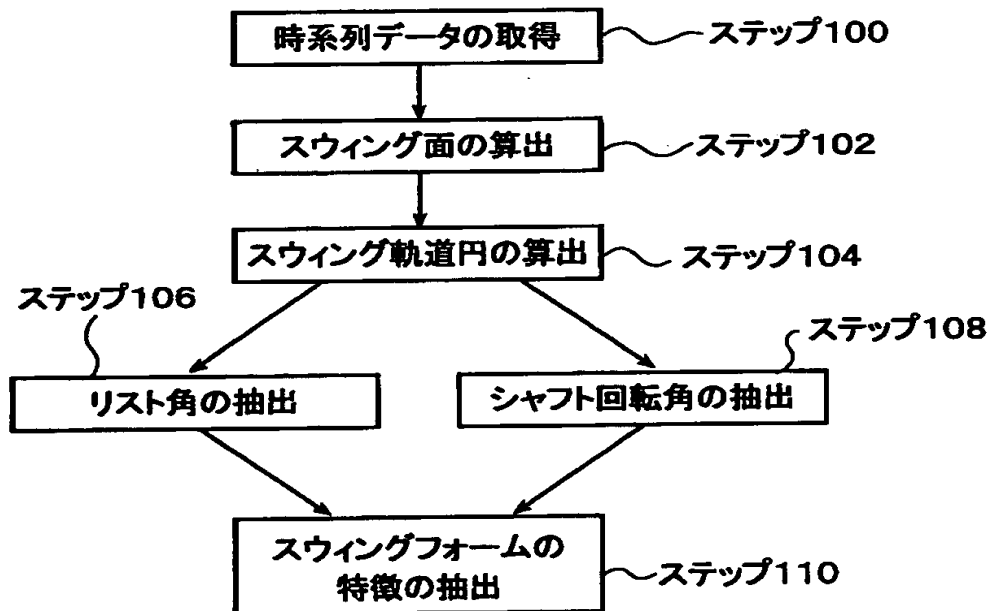
【図 1】



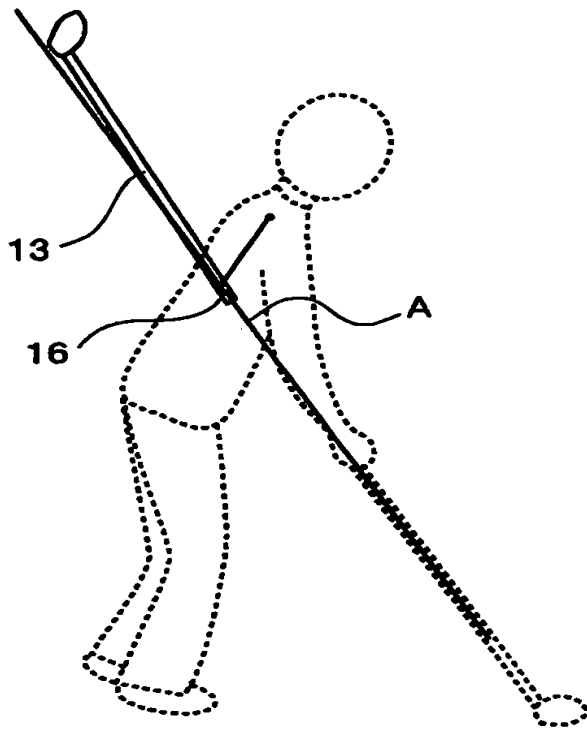
【図 2】



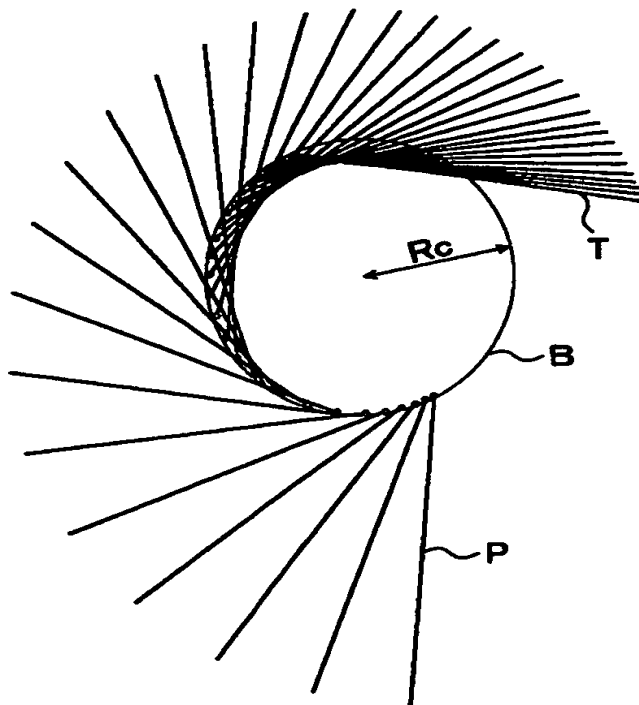
【図 3】



【図 4】

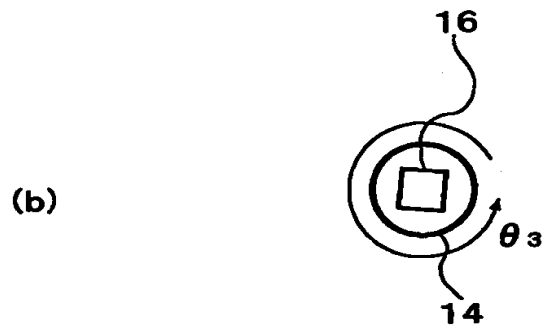
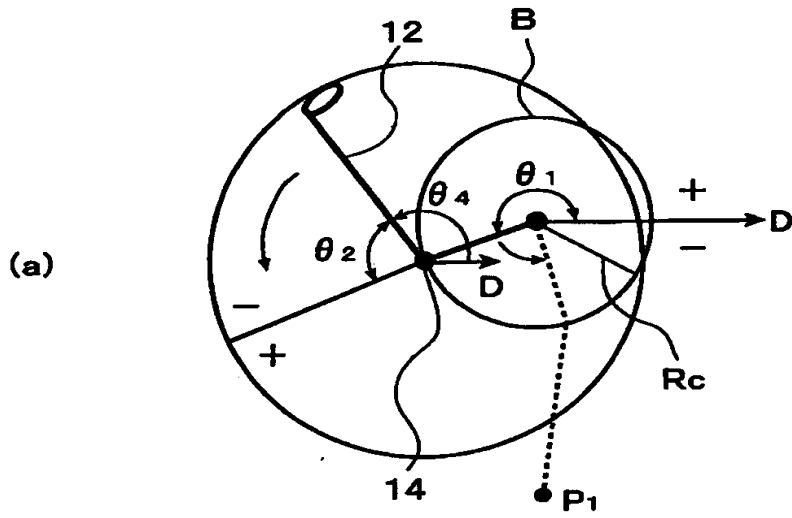


【図 5】



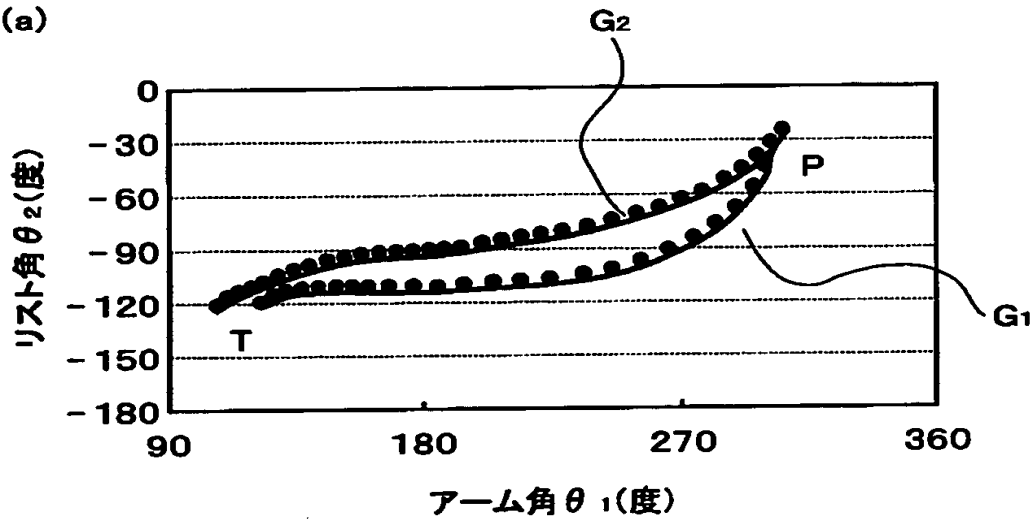


【图 6】

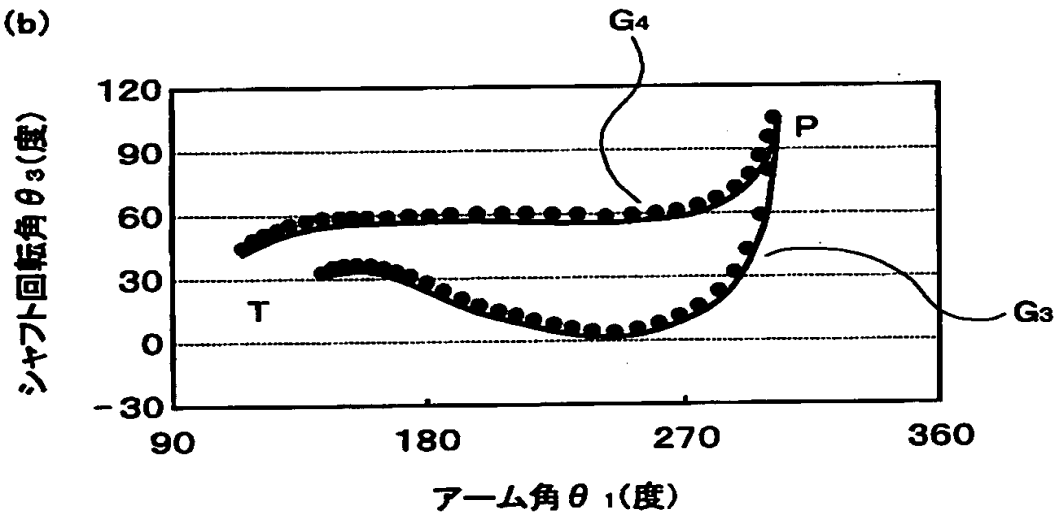


【図 7】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ゴルフクラブや野球のバット等の打撃用具の撓みの影響を受けることなくスウィングの挙動を直接測定するスウィング測定方法、およびゴルフスウィング中のグリップ部の挙動を簡易かつ有効なモデルで得ることのできるゴルフスウィング解析方法の提供を課題とする。

【解決手段】 強さと方向に関する分布が既知の磁場内で、測定位置と測定位置の向きが計測可能な 3 次元磁気センサをグリップ部に固定して、スウィングの挙動を直接測定するとともに、この測定方法を用いてゴルフクラブでのスウィング中のグリップ部の 3 次元位置座標および向きを得、グリップ部の軌道をスウィング面内の円で近似し、これよりスウィング中のアーム角、リスト角およびシャフト回転角を求めて、スウィングの挙動を解析することにより前記課題を解決する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 6 7 1 4 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区新橋 5 丁目 3 6 番 1 1 号
氏 名	横浜ゴム株式会社